

Contribución del Teorema de Bayes a la Toma de Decisiones Gerenciales Acertadas en Salud

Henry Hurtado Bolaños

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Licenciatura en Matemáticas

Palmira

2019

Contribución del Teorema de Bayes a la Toma de Decisiones Gerenciales Acertadas en salud

Henry Hurtado Bolaños

Universidad Nacional Abierta y a Distancia -UNAD

Nota del autor

Henry Hurtado Bolaños, Licenciatura en Matemáticas, Escuela de Ciencias de la Educación,

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

La información correspondiente a este documento deberá ser enviada a: Escuela de Ciencias de la Educación, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Palmira.

E-mail: Henry.hurtado@unad.edu.co

Contenido

1. Resumen.....	4
2. Introducción	5
3. Justificación.	9
4. El problema de investigación.....	10
5. Objetivos	10
5.1 Objetivo general:	10
5.2 Objetivos específicos:	10
6 Metodología	11
7 Estado del arte.....	13
8 Marco teórico	17
9 Resultados.....	25
9.1 Tablas de Frecuencias.....	25
9.2 Árboles de decisión.	37
9.3 Árboles de decisión probabilidad condicional.....	51
10 Conclusiones.	57
11 Referencias	60

1. Resumen

El presente trabajo de grado bajo la modalidad de investigación aplicada, muestra los resultados de investigación obtenidos sobre el proceso de toma de decisiones gerenciales basado en el Teorema de Bayes, en el manejo de la atención primaria en salud de la Tuberculosis – TBC – en una Empresa Social del Estado, en la ciudad de Cali.

La investigación se realizó en el segundo semestre de 2018, se trató de una investigación mixta, descriptiva, ex post facto. El estudio inició con una revisión bibliográfica sobre estudios realizados por diferentes autores acerca de la aplicación del Teorema de Bayes para la toma de decisiones en el manejo de la tuberculosis u otras patologías de alto impacto.

Se explicó el modelo de decisiones Bayesiano basado en la probabilidad condicional con eventos mutuamente excluyentes y exhaustivos. Se realizó una tipificación de los pacientes del programa y finalmente, se planteó un modelo de decisiones bayesianas para el manejo de la tuberculosis. Se exponen los resultados y se concluye acerca de la necesidad de una mayor formación matemática que complementada con los aspectos cualitativos permitirían a los médicos, enfermeras, epidemiólogos y demás funcionarios del sector salud tomar decisiones más acertadas, menos riesgosas y que faciliten una mejor salud pública en sectores deprimidos de la ciudad.

2. Introducción

Es común que los gerentes de salud, tomen decisiones de forma reactiva frente a las situaciones que enfrentan en sus organizaciones, las decisiones suelen ser decisiones de acuerdo a un protocolo establecido para determinada patología. No obstante, una decisión acertada implica consideraciones éticas, morales, racionales y económicas sobre el protocolo. (Arredondo y otros, 2013). Son decisiones basadas en información, de tipo racional que reducen la incertidumbre y apuntan al logro de los objetivos terapéuticos.

En la toma de decisiones intervienen aspectos emocionales y racionales, si para tomar decisiones se cuenta con la información objetiva, la probabilidad de acierto aumenta. Entonces cabe preguntarse: ¿Cómo puede el decisor mejorar su proceso de toma de decisiones utilizando efectivamente la información con que cuenta y lograr decisiones más acertadas?

Para dar respuesta a esta pregunta, se encuentran múltiples teorías sobre la toma de decisiones, está la Teoría Neoclásica (Drucker, 1978), la Teoría de la Agencia (Jensen y Meckling, 1976), la Teoría de los satisfactores (Max Neef, 2010), la Teoría de Juegos (Von Neumann y Conway, 1944), Teoría Keynesiana (Keynes, J., 1936). En este trabajo de grado, se desarrolló una aplicación del Teorema de Bayes para la toma de decisiones gerenciales en salud.

Thomas Bayes fue un matemático y ministro presbiteriano inglés, nacido en Londres, probablemente en 1701 ó 1702, murió en Kent, Inglaterra en 1761. Hijo de Ministro No Conformista, denominación que en el siglo XVIII se le asignaba a todas aquellas personas que no comulgaban con las ideas de la Iglesia Anglicana. Su obra más notable y reconocida por la Royal Society fue *Un ensayo encaminado a resolver un problema en la doctrina del azar*, un importantísimo aporte a la inferencia estadística. En esta notable obra, el Reverendo Bayes diserta sobre el siguiente problema:

Dado el número de veces que un suceso ha ocurrido y el de veces que no ha ocurrido, se requiere calcular la probabilidad de que la probabilidad de su ocurrencia en un solo experimento esté entre cualesquiera de dos valores prefijados (Bayes, 2001, p. 65).

La disertación inicia con la definición de conceptos para que el lector entienda la naturaleza del problema a tratar, en tal sentido define qué es un suceso inconsistente, contrario, independiente y qué se entiende por azar en la probabilidad. Al respecto, el reverendo Bayes define la probabilidad como:

El cociente entre el valor de la esperanza del suceso que debe ser calculada dependiendo de su ocurrencia, y el valor de la esperanza una vez que ha ocurrido. (*Bayes, 2001, p. 65*).

En la primera sección de su obra, Bayes plantea siete proposiciones que más adelante, se escribirían como las propiedades de la probabilidad:

Cuando varios sucesos son inconsistentes, la probabilidad de la ocurrencia de uno cualquiera de ellos, es la suma de las probabilidades de cada uno (Proposición 1); Si una persona tiene una esperanza que depende de la ocurrencia de un suceso, la probabilidad del suceso es a la probabilidad de su fallo, como la pérdida si el suceso falla - es a la ganancia - si el suceso ocurre (Proposición 2); La probabilidad de que dos sucesos consecutivos ocurran es el cociente que resulta de multiplicar la probabilidad del primero y la probabilidad del segundo bajo la suposición de que ocurra el primero (Proposición 3); Si dos sucesos consecutivos se observan todos los días, y cada día la probabilidad del segundo es b/N y la probabilidad de ambos es P/N , Y yo recibo N si ambos sucesos ocurren el primer día en el cual el segundo suceso ocurre, entonces digo, de acuerdo con

estas condiciones, que la probabilidad de obtener N es P/b (Proposición 4); Si hay dos sucesos consecutivos, de modo que la probabilidad del segundo es b/N y la de los dos juntos P/N , y se descubre primero que el segundo suceso ha ocurrido, de lo que deduzco que el primer suceso también ha ocurrido, la probabilidad de que esté en lo cierto es P/b . (Proposición 5); La probabilidad de que ocurran varios sucesos independientes es una razón o cociente calculado como el producto de las probabilidades de cada uno (Proposición 6) y Si la probabilidad de un suceso es a , y la de su no ocurrencia es b en cada una de las pruebas individuales, la probabilidad de que ocurra p veces y no ocurra q veces en $p + q$ pruebas es $Ea^p b^q$ (Proposición 7 — Binomio de Newton. (Bayes, 2001, pp. 66-67).

La inferencia bayesiana basada en la probabilidad inversa tiene un importante valor científico porque logra formular proposiciones generales a partir de hechos particulares, utilizando el modo de investigación inductivo.

En el presente estudio se utilizaron las bases de datos Science direct y Scielo para indagar sobre los estudios realizados con el Teorema de Bayes, en patologías como la tuberculosis, con el fin de conocer cómo el investigador utilizó la herramienta y permitir a los investigadores la modelación de situaciones de estudio de la atención primaria en salud de la tuberculosis.

La revisión bibliográfica permitió encontrar una gran variedad de estudios previos sobre el uso del Teorema de Bayes, entre los que se destacan:

Ramos (1998) y otros, aplicaron el Teorema de Bayes en la predicción de malignidad en el nódulo pulmonar solitario, los autores utilizaron el teorema de Bayes para calcular la probabilidad de que el nódulo pulmonar solitario sea maligno, y de acuerdo a la probabilidad condicional obtenida determinar la técnica diagnóstica a utilizarse para conocer su etiología. Menéndez, R. (1995), en su estudio evaluación diagnóstica de las técnicas rápidas del esputo

frente a neumococo en la neumonía adquirida en la comunidad, aplicó el Teorema de Bayes para evaluar la predicción de ocurrencia y de no ocurrencia que sirviera para evaluar la prevalencia del neumococo en un grupo poblacional.

Silva, J. (2012), publicó una investigación titulada *On signal representations within the Bayes decisions framework* donde mostró resultados importantes para minimizar la probabilidad de error en las decisiones, en situaciones complejas que permitan optimizar las posibles soluciones. Hryniewics, O. (2016), en su investigación titulada *Bayes statistical decisions with random fuzzy data – an application in reliability*, mostró cómo la metodología bayesiana es útil en el análisis de datos difusos y aleatorios y convertirlos en información confiable que garanticen menor riesgo en la toma de decisiones.

Dewan, F., et al (2014) investigaron sobre la utilidad del árbol de decisiones bayesianas para aclarar situaciones de decisión confusa, evitar el riesgo y generar un algoritmo adecuado para decidir. Li, W. et al (2006) mostraron cómo el árbol de decisiones de Bayes es útil para formular un conjunto de reglas que permitan al decisor mayor certeza en la toma de decisiones y a la vez, permite evaluar los diferentes puntos de decisión. Karimnezhad y Moradi (2016), encontraron que la teoría bayesiana es importante para definir prioridades, es un esquema gráfico para realizar predicciones y completamente útil para tomar decisiones en toda forma de organización, para tal fin, realizaron un estudio de simulación que permitió mejorar la toma de decisiones.

En el estudio se realizó una tipificación de los pacientes del programa de tuberculosis en una Empresa Social del Estado de la ciudad de Cali, los datos se procesaron en SPSS y finalmente, se formuló un modelo de decisiones bayesianos.

3. Justificación.

La tuberculosis (TBC) es una enfermedad emergente que no ha desaparecido, la incidencia de la enfermedad ha aumentado, según el SIVIGILA (2017), se notificaron 67 casos de tuberculosis en Cali, de los cuales el 33% fueron notificados tardíamente, el 90% fueron de forma pulmonar y el 10% extrapulmonar, 2 de ellos, con localización meníngea, no se presentaron casos de TBC meníngea en menores de cinco años. Aparecen más casos de TBC, no se hace un diagnóstico oportuno, hay pacientes con más de seis meses de evolución antes de su diagnóstico y sigue siendo una enfermedad estigmatizante.

El modelo de atención en salud para el manejo de la TBC está bien diseñado, se ajusta a los protocolos establecidos de calidad, la dificultad radica en el abandono del tratamiento del paciente antes de curarse, se sienten bien y ya no regresan. En este sentido, el Teorema de Bayes contribuye al análisis de la situación epidemiológica de la TBC, mejora el programa actual con relación a cómo identificar más temprano los pacientes, aumentar la cobertura de curación, disminuir el porcentaje de abandono o fracaso terapéutico, contribuye a tomar mejores decisiones con respecto al programa.

La estadística bayesiana, va más allá de los métodos estadísticos convencionales, que resumen los datos, muestran tendencias, frecuencias que son importantes, pero se necesitan herramientas de predicción para el análisis de los casos de tuberculosis. La metodología bayesiana y el concepto de probabilidad reducen los problemas de decisiones gerenciales y le brinda al decisor grandes oportunidades de lograr sus objetivos.

4. El problema de investigación.

¿Cuál es la contribución del Teorema de Bayes a la toma de decisiones gerenciales acertadas en salud?

5. Objetivos

5.1 Objetivo general:

Determinar la contribución del Teorema de Bayes a la toma de decisiones gerenciales acertadas en salud.

5.2 Objetivos específicos:

Determinar la contribución del Teorema de Bayes en la toma de decisiones para la atención de la tuberculosis en una Empresa Social del Estado en Cali.

Formular un árbol de decisiones para la toma de decisiones en la atención de la tuberculosis en una Empresa Social del Estado en Cali.

6 Metodología

Estudio descriptivo, cuantitativo, cualitativo, con toma de datos transversal, se trabajó con una población de 72 pacientes registrados en el programa de tuberculosis. Se calcularon frecuencias, cruce de variables, indicadores descriptivos y de dispersión y en la parte cualitativa, se realizó una entrevista a profundidad con la enfermera jefe del programa. Los datos se procesaron en SPSS.

Para la tipificación de los pacientes se aplicó el siguiente instrumento de recolección de datos:

Tabla 1.

Instrumento de recolección de datos.

Ingresó a tratamiento (Si/No)	
Sexo	
Edad	
Etnia	
Grupo poblacional (Gestante, discapacitado, carcelario, farmacodependiente, desplazado, ninguno)	
Régimen seguridad social (Subsidiado, contributivo)	
EPS	
Tipo TB (Pulmonar, extrapulmonar)	
Localización de la TB (Pulmón, otro órgano)	
Condición de ingreso (Nuevo, reingreso)	

Se realizó asesoría para VIH (Si/No)	
Resultado primera prueba VIH	
Resultado prueba confirmatoria VIH	
Recibe tratamiento antirretroviral (Si/No)	
Condición de egreso (Curado, fallecido, tratamiento terminado)	
Comorbilidad (Mal nutrición, VIH-SIDA, diabetes, ninguna, otra).	

Autoría propia: La institución solicitó total confidencialidad de la información, no informar el nombre de la institución, ni el nombre de los pacientes, ni realizar registros fotográficos.

7 Estado del arte.

Chávez y otros (2018) escribieron un artículo en la Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores titulado Inteligencia Artificial en la toma de decisiones donde plantearon que la inteligencia artificial es una herramienta tecnológica que facilita la toma de decisiones, el auge de todo tipo de elementos electrónicos de procesamiento de datos es una herramienta para la toma de decisiones de forma racional.

Conejero y otros (2018) en la Revista de Psicología del Deporte publicaron un artículo titulado Asociación entre la función en juego, toma de decisiones y rendimiento en voleibol. El estudio tuvo como objetivo conocer la asociación entre la función en juego con la toma de decisiones y el rendimiento en las diferentes acciones de juego en voleibol. El estudio arrojó que hay una asociación significativa entre la función en juego y la toma de decisiones en bloqueo, y la función en juego y el rendimiento en ataque.

García-Altés y otros (2017) publicaron para Elsevier, España, el artículo titulado Priorización de medidas para la consolidación de la toma de decisiones compartidas en las prestaciones del Sistema Nacional de Salud Español cuya conclusión principal fue la necesidad de incorporar, a las prioridades estratégicas de la política sanitaria, medidas estructurales que avalen y dinamicen el desarrollo de la toma de decisiones compartidas entre los profesionales de la salud y los pacientes como atributo de calidad.

González, J. (2018) escribió para la Revista Gestión y Política Pública el artículo titulado Uso de la información de seguimiento y evaluación (SyE) de políticas públicas para la toma de decisiones: un enfoque desde la teoría de juegos donde plantearon que el objetivo del

seguimiento y la evaluación es servir de insumo para la toma de decisiones con el fin de promover políticas públicas más efectivas y eficientes.

Palomino y Peralta (2018) escribieron en la Revista Chilena de Ingeniería el artículo titulado Análisis de registros de comportamientos previos para la toma de decisiones. Aplicación para la dirección de proyectos software donde definen el proceso de software personal como un conjunto de prácticas dirigidas a mejorar el tiempo y la productividad en las tareas de la ingeniería de software.

Morales, M. y Segoviano, L. (2016), escribieron en la Revista Investigación Económica el artículo titulado Una perspectiva económico institucional de la toma de decisiones: solución de problemas en situación de incertidumbre donde discuten en torno al problema de la toma de decisiones de los agentes económicos en situaciones de incertidumbre.

Ortega, M. y otros (2017), escribieron en la Revista de Calidad Asistencial el artículo titulado Barreras y facilitadores para la implementación de la toma de decisiones compartidas en oncología: percepciones de los pacientes, cuya conclusión fue que los pacientes oncológicos tienen una nula o escasa participación sobre su salud, lo cual hace necesario introducir mejoras en el sistema de salud que resuelvan esta anomalía.

Bravo y otros (2018), publicaron en la Revista Atención Primaria, el artículo titulado Adaptación y validación del instrumento genérico CollaboRATE para medir la participación de mujeres en la toma de decisiones en salud durante el proceso reproductivo. El estudio permitió concluir que la versión chilena de CollaboRATE es un instrumento que demostró ser confiable para medir el grado de participación de mujeres en la toma de decisiones en salud.

González, A. y otros (2017) publicaron en la Revista Atención Primaria el artículo titulado Concordancia y utilidad de un sistema de estratificación para la toma de decisiones clínicas cuya conclusión principal indica que la fuerza de concordancia obtenida fue moderada buena, por lo cual la incorporación de un agrupador en la historia clínica puede facilitar el proceso de toma de decisiones.

García-Altles, A. y Argimón, J. (2016), publicaron en la Revista Gaceta Sanitaria el artículo titulado La transparencia en la toma de decisiones de salud pública donde plantearon que la mejora de la calidad y la transparencia del gobierno sanitario tiene un impacto en la salud de la población a través de las políticas de la gestión de las organizaciones y de la práctica clínica.

El Hospital Universitario Ramón y Cajal desarrolló un modelo bayesiano para la detección y el tratamiento de la tuberculosis, para su diagnóstico se evalúan los signos que presenta el paciente $p(E_1|S_1)$ para lo cual se usó el Teorema de Bayes, si las enfermedades son excluyentes y compatibles con el síntoma, es decir, son una partición.

Silva y otros (2003), publicaron en la Revista Cubana de Salud Pública un artículo sobre el Análisis espacial de la mortalidad en áreas geográficas pequeñas, el enfoque bayesiano donde plantean que el uso de mapas para problemas de salud es más expresivo que la observación de datos en tablas y si estos mapas se realizan con métodos bayesianos cobran mayor importancia.

Silva y otros (2001) plantearon en la Gaceta Sanitaria que los métodos bayesianos son una excelente alternativa contra las impugnaciones que se le plantean a las pruebas de significación. Además, que las conclusiones se pueden expresar en un lenguaje mucho más intuitivo.

Silva y Benavides (2003) publicaron en la Revista Cubana de Salud Pública el artículo titulado Apuntes sobre subjetividad y estadística en la investigación en salud donde plantearon que los métodos bayesianos ofrecen la posibilidad que las evidencias subjetivamente acumuladas se combinen con la información objetiva obtenida de un experimento particular.

Fernández (2009), publicó en la Revista Cubana de Investigación Biomédica el artículo El Teorema de Bayes y su utilización en la interpretación de las pruebas diagnósticas en el laboratorio clínico, en el cual planteó una nueva metodología, utilizando el Teorema de Bayes, para decidir a partir de la prevalencia de la enfermedad y de los resultados de una prueba de laboratorio, cuál es la probabilidad de que un paciente dado tenga una enfermedad.

Tovar (2016), en la Revista Médica de Risaralda publicó el artículo Inferencia Bayesiana e Investigación en Salud: un caso de aplicación en diagnóstico clínico, en el cual planteó que una de las aplicaciones más comunes del Teorema de Bayes está en los estudios de validación de pruebas para diagnóstico clínico, en los que el uso del teorema de Bayes para la obtención de los valores predictivos de la prueba en evaluación es el procedimiento natural.

8 Marco teórico

El término decisión proviene de la raíz latina *decido* que significa cortar, es decir, una ruptura entre el pasado y el futuro. La decisión es la acción de elegir entre dos o más alternativas, a través de un proceso de pensamiento y deliberación. Una decisión puede ser no racional, basado en intuición y experiencia o racional, basado en datos y evidencias (Garza, 2006). Si la decisión es racional, es común que se tome en grupo y para ello, hay dos enfoques: el monocriterial y el multicriterio. El enfoque monocriterial, tiene una robusta solidez desde el punto de vista lógico, no obstante, las organizaciones dinámicas de la actualidad no les es suficiente tomar una decisión basado en un único criterio de decisión, por el contrario, es más conveniente y útil un sistema de decisión multicriterio y multiexperto por la variedad de observaciones que se pueden recopilar.

Un sistema multicriterio de decisiones comprende un conjunto de alternativas, un conjunto de criterios de decisión y un conjunto de expertos que debaten sobre las alternativas para resolver un problema determinado.

Para que el proceso de toma de decisiones pueda darse se requiere de la existencia de un decisor, al menos dos alternativas o cursos de acción a elegir y un criterio que sirve de base para la elección. Las variables de decisión pueden ser controlables o no controlables, estas últimas suelen ser factores externos al problema pero que inciden en su existencia. A su vez, las decisiones pueden ser bajo certeza, con información clara, exacta y completa, bajo riesgo con información con probabilidad de ocurrencia o bajo incertidumbre con información muy escasa o nula (Peñaloza, M., p. 228).

Para las decisiones bajo incertidumbre existen modelos de decisión que ayudan al proceso de decisión, algunos de estos modelos son: MaxiMax y MaxiMin, corresponde a un modelo de decisión optimista o conservador que puede tomar el decisor, el Máximo Máximo consiste en

elegir la mejor opción entre las mejores posibles y el Máximo Mínimo consiste en elegir la mejor opción entre el conjunto de las más inconvenientes alternativas. El modelo de equilibrio de Laplace trata a todos los eventos con la misma probabilidad de ocurrencia y se elige la opción con mejor promedio de ocurrencia. El modelo de Hurwics elige la opción con una probabilidad de ocurrencia cercana a uno, si el decisor tiene una postura optimista o cercana a cero, si tiene una postura conservadora. El modelo de Savage o costo de oportunidad, señala elegir la opción que menos pérdida o daño produzca. (Peñaloza, M., p.237)

Se entiende por toma de decisión la elección de una o más alternativas entre un conjunto de opciones disponibles, la decisión se toma de acuerdo a criterios como el costo, el beneficio, la oportunidad, la competitividad, la productividad, entre otros criterios. El asunto que nos ocupa es estudiar la forma como se toman las decisiones. El paradigma formal de decisiones (Aguar, F., 2004) indica que hay un conjunto de criterios básicos de consistencia lógica, a saber:

La transitividad: $\forall a, b, c: a \text{ es } a b \wedge b \text{ es } a \rightarrow a \text{ es } a c.$

Completitud: $\forall a, b: a \text{ es } a \text{ como } b \text{ es } a$

Asimetría: $\forall a, b: a \text{ es preferida sobre } b, \text{ luego, } b \text{ no es preferida sobre } a.$

Simetría de la indiferencia: $\forall a, b: \text{si } a \text{ es indiferente a } b, b \text{ es indiferente a } a.$

El decisor es la persona que toma la decisión, si el decisor cuenta con información contextual, la decisión se llama decisión *paramétrica*. Si la decisión depende de lo que decidan terceros, la decisión se llama *estratégica*. Si el decisor cuenta con información completa, se dice que la decisión es bajo *certeza*. Si el decisor cuenta con información incompleta, la decisión es bajo *riesgo*. De otro lado, si no se cuenta con información objetiva, se dice que la decisión es bajo *incertidumbre*. (Aguar, F., 2004).

La probabilidad es un número racional entre 0 y 1. Si la probabilidad se acerca a cero, hay más incertidumbre y hay mayor riesgo, si la probabilidad se acerca a 1 hay más certeza y menos riesgo. Si la probabilidad es cero, significa que es una decisión bajo incertidumbre. Si la probabilidad es 1, significa que la decisión es bajo certeza.

Usualmente, decisiones con mayor riesgo producen mayores beneficios, ganancias o utilidades. Decisiones con menor riesgo generan menos beneficios. Jugar un chance de tres cifras produce menos ganancias que un chance de cuatro cifras y por supuesto, jugar al baloto produce el máximo de ganancia puesto que el riesgo de no acertar se acerca a 1 o, dicho de otra manera, el riesgo de acertar es prácticamente cero.

La probabilidad es un objeto matemático que ayuda a tomar decisiones bajo riesgo. En términos generales la probabilidad es un cociente entre los números p y q , donde p es menor o igual a q y q debe ser diferente de cero. Si p es igual a q , la probabilidad es 1, es decir, se está en una situación de certeza. En todos los casos, la probabilidad es un número racional de la forma p/q entre 0 y 1.

El Teorema de Bayes es un importante objeto matemático que contribuye aún más en la toma de decisiones gerenciales, puesto que se fundamenta en probabilidades condicionales. Expresa la probabilidad condicional de un evento aleatorio A dado B .

Tomar decisiones es una actividad corriente que puede pasar desapercibida, pero tiene amplias implicaciones. Tomar decisiones incluye procesos cognitivos importantes, al respecto Martínez-Selva, et al (2006), plantean:

La toma de decisiones pone en juego numerosos procesos cognitivos, entre ellos el procesamiento de los estímulos presentes en la tarea, el recuerdo de experiencias anteriores y la estimación de las posibles consecuencias de las diferentes opciones. Todos

estos procesos requieren la implicación de la memoria de trabajo y, en conjunto, de las denominadas funciones ejecutivas. La toma de decisiones no constituye un mero proceso racional de contabilizar o comparar las pérdidas y ganancias que resultan de una elección determinada. Más bien parece ocurrir que los aspectos emocionales, derivados de la experiencia de situaciones parecidas, propias o vicarias, y aquellos aspectos asociados a las consecuencias o al contexto en el que se da la decisión desempeña un papel importante. (Martínez-Selva, et al, 2006, p. 411).

En la atención en salud, la toma de decisiones, aparte de la elección de las alternativas de mejor calidad, esto es, la plena satisfacción del paciente y del médico tratante, también se incluyen aspectos bioéticos, tal como la dignidad, la responsabilidad y la autonomía, se busca el equilibrio entre tecnología y humanismo. La toma de decisiones es esencialmente actuar, al respecto, Rico (2010) afirma:

Todo funcionario, en cada nivel de la organización para la que labora y en cada una de sus funciones, toma decisiones. Estas no se hacen en el vacío, es decir, cada decisión colectiva o individual afecta las operaciones de todo el sistema organizacional. El punto crucial de la solución de problemas radica en tomar la decisión oportuna. Un ejecutivo que no toma decisiones por miedo, indecisión u otro motivo está destinado al fracaso, porque mientras piensa que es mejor no decidir olvida que no hacer nada es haber ya tomado una decisión: la peor. (Rico, 2010, p. 144).

En la neurociencia, se sabe que las áreas cerebrales se activan según las decisiones sean personales o impersonales, Green (2003), observó que cuando los dilemas son personales, el cerebro respondía con las zonas emotivas y decidía con una respuesta ética mientras que, si los dilemas eran impersonales, el cerebro tardaba más y la respuesta era racional.

En el campo de la salud, el decisor enfrenta dificultades en la toma de decisiones, se trata de mejorar la cobertura, la equidad, la calidad y a la vez, protegerse del riesgo financiero, la pregunta fundamental que enfrenta el decisor es: qué es más importante para la sociedad: cubrir más personas, proporcionar mejores condiciones de tratamiento, ¿mejorar la calidad del servicio u orientarse a la protección financiera? (Shrime et al, 2018).

En lenguaje matemático, el Teorema de Bayes se define como:

$$P\left(\frac{A}{B}\right) = \frac{P\left(\frac{B}{A}\right)P(A)}{\sum_{k=1}^N P\left(\frac{B}{A}\right)P(A)}$$

El árbol de decisiones es un esquema gráfico que muestra de izquierda a derecha o de arriba hacia abajo las posibles alternativas que puede tomar un asunto en estudio determinado. Los puntos se llaman nodos y las uniones entre los puntos aristas. Este esquema permite calcular las probabilidades para un evento interno o del extremo del árbol.

El árbol de decisiones tiene como estructura la decisión Si-Entonces, donde se muestran las diferentes alternativas y se acompañan de valores para cada ruta. Esta estructura representa de forma general el problema en estudio, y permite la optimización de la elección. El árbol de decisiones permite predecir los posibles resultados de las decisiones a tomar por el decisor, disminuye la incertidumbre y el riesgo (Calancha, p. 2).

El árbol de decisiones tiene varios componentes, el tronco o problema principal y las ramas o alternativas posibles de decisión y las hojas o efectos de las decisiones. También se puede explicar por el conjunto de nodos de decisión o posibles decisiones a elegir y nodos de incertidumbre que representan los efectos que pueden darse. (Calancha, p. 3).

El árbol de decisiones ayuda a entender de forma general un problema y sus posibles alternativas de solución, cada decisión tiene una probabilidad de ocurrencia y las probabilidades ayudan al decisor a tomar una decisión, la cual se completa con el análisis económico que represente la alternativa elegida. (Calancha, p.5).

La técnica del árbol de decisiones tiene múltiples aplicaciones, por ejemplo, en el estudio de posicionamiento en el mercado, para evaluar el riesgo crediticio, para la compra de propiedad raíz, para decisiones estratégicas y especialmente, en innumerables casos de salud, en el estudio que nos ocupa, sirve para el tratamiento de la tuberculosis. (Calancha, p. 9).

La tuberculosis es una enfermedad causada por el bacilo de Koch, usualmente es una enfermedad pulmonar que puede llevar a la muerte si no es detectada a tiempo y el paciente no recibe tratamiento adecuado. Su pronóstico se agrava si el paciente, además, padece de enfermedades como VIH, diabetes, desnutrición o tabaquismo. Es una enfermedad transmisible, cuyo mecanismo de transmisión es por vía aérea, cuando el enfermo tose o estornuda, una buena cantidad de personas, se estima que una tercera parte de la población mundial, tiene tuberculosis latente, es decir, no están enfermos, ni transmiten la enfermedad, pero potencialmente podrían desarrollarla. La tuberculosis pulmonar es la afección del tracto respiratorio, su transmisión es persona a persona, de lento crecimiento, antes de producir alguna sintomatología. Es una enfermedad altamente infecciosa, las partículas infecciosas se liberan con la tos, estornudar, cantar, reír o hablar, las gotas infecciosas pueden permanecer suspendidas en el aire por largos períodos de tiempo (Welles, 1995).

Para que se desarrolle el contagio deben de presentarse las siguientes condiciones: existencia de bacilos en el esputo del transmisor, que el esputo quede en el aire, que haya suficientes bacilos en el aire, que haya un huésped o receptor susceptible y un tiempo suficiente del receptor respirando el aire contaminado con el bacilo (Diago, 1995).

Cuando el bacilo tuberculoso ingresa al cuerpo del receptor, suelen ser destruidos por el macrófago alveolar, si el bacilo es muy virulento se puede multiplicar intracelularmente y matar el fagocito e iniciarse la infección (Ministerio de Salud, 1997).

De cuatro a seis semanas del contagio, los bacilos crecen libremente, el 85% de los bacilos pasan al torrente sanguíneo y se suelen instalar en los ápices de los pulmones, el resto, llegan a otros órganos y producen la infección tuberculosa (Ministerio de Salud, 2007).

Heinrich Robert Koch, médico y bacteriólogo alemán descubrió el bacilo de la tuberculosis en 1882, a pesar de que ha pasado más de un siglo en que se descubrió el bacilo, la enfermedad es aún un problema de salud pública pudiéndose erradicar, convirtiéndose en la principal causa de mortalidad infecciosa a nivel mundial más que el SIDA, la malaria o cualquier otra forma de enfermedad tropical. Esta enfermedad afecta principalmente a habitantes de África, Asia y América Latina y solo en un 2% a personas en países altamente desarrollados. En estos países, el riesgo de la enfermedad está en la dificultad de identificación de los pacientes y en la dificultad de que terminen el tratamiento una vez identificados, los pacientes suelen ser personas vulnerables por la pobreza y la marginación.

La tuberculosis es una de las diez primeras causas de muerte a nivel mundial, a 2017, murieron en el mundo por tuberculosis cerca de 1.3 millones de personas y cerca de 10 millones de personas tienen la enfermedad latente. Colombia ocupa el quinto puesto en la prevalencia de la enfermedad en las Américas, con 16 mil casos (INS, 2018).

En Colombia, el 66.2% de los pacientes son masculinos, la mayor prevalencia está en pacientes entre 25 a 34 años con el 21.5% y luego los pacientes mayores de 65 años con el 19.5%. Los pacientes con tuberculosis pertenecen al régimen subsidiado, 53.6%, están en cabecera municipal el 82.5% y afecta principalmente a las comunidades indígenas. La

tuberculosis pulmonar aporta el 82.6% de los casos, el Departamento del Amazonas es el de mayor incidencia con 51.3 casos por 100 mil habitantes y Sucre es el departamento con menor incidencia con 5,6 casos por 100 mil habitantes. Las poblaciones con mayor incidencia son la carcelaria con el 7%, la comunidad indígena con el 5.5% y a nivel externo, los venezolanos con el 93% de los casos (INS, 2018).

En Cali, 2017, se presentaron 67 casos de tuberculosis, así: 7 casos de tuberculosis extrapulmonar, la población más afectada fue la carcelaria y los habitantes de calle, el 63% de los casos fueron masculinos, el 21% en pacientes mayores de 65 años, 43% en población subsidiada y el 100% en la cabecera municipal de Cali. Las comunas 12 y 15 presentaron el mayor número de casos, 9 y 8 respectivamente, no se presentó ningún caso a nivel rural (Boletín por períodos epidemiológicos, 2017).

9 Resultados.

9.1 Tablas de Frecuencias.

Se procesaron los datos de los 72 pacientes y se hallaron las siguientes distribuciones de frecuencias:

Tabla 2.

Sexo

		Fi	% Fi	Valid %t	%Fi Ac.
Valid	F	28	38,9	38,9	38,9
	M	44	61,1	61,1	100,0
	Total	72	100,0	100,0	

En esta población en estudio, la tuberculosis afecta principalmente a la población masculina, de cada 3 pacientes, dos pacientes son hombres. Detalle de las personas afectadas por tuberculosis, de acuerdo a la edad del paciente.

Tabla 3.

Grupo etario

GRUPO		%	
ETAREO	FRECUENCIA	PORCENTAJE	ACUMULADO
0 A 4 AÑOS	2	3%	3%
5 A 9 AÑOS	1	1%	4%
10 A 14 AÑOS	1	1%	6%
15 A 19 AÑOS	6	8%	14%
20 A 24 AÑOS	4	6%	19%
25 A 29 AÑOS	8	11%	31%
30 A 34 AÑOS	3	4%	35%
35 A 39 AÑOS	3	4%	39%
40 A 44 AÑOS	5	7%	46%
45 A 49 AÑOS	6	8%	54%
50 A 54 AÑOS	5	7%	61%
55 A 59 AÑOS	6	8%	69%
60 AÑOS O			
MAS	22	31%	100%
TOTAL	72	100%	

La tuberculosis afecta principalmente al adulto de 60 años o más.

Tabla 4.

Etnia

	Fi	% Fi	Valid % Fi	%Fi Ac.
Valid NEGRO,MULATO,AF	24	33,3	33,3	33,3
ROCOLOMBIANO				
OTRO	48	66,7	66,7	100,0
Total	72	100,0	100,0	

La tuberculosis afecta a todas las etnias de la población colombiana.

Tabla 5.

Grupo poblacional

		Fi	% Fi	Valid % Fi	%Fi Ac.
Valid	DESPLAZADO	3	4,2	4,2	4,2
	DISCAPACITADO	4	5,6	5,6	9,7
	FARMACODEPENDI	6	8,3	8,3	18,1
	ENTE				
	GESTANTE	1	1,4	1,4	19,4
	NINGUN GRUPO	54	75,0	75,0	94,4
	POBLACIONAL				
	POBLACION	3	4,2	4,2	98,6
	CARCELARIA				
	TRABAJADOR DE	1	1,4	1,4	100,0
	LA SALUD				
	Total	72	100,0	100,0	

La tuberculosis está dispersa por diversas categorías de la población, se destacan los farmacodependientes, discapacitados, población carcelaria y desplazados.

Tabla 6.

Seguridad Social

		Fi	% Fi	Valid % Fi	%Fi Ac.
Valid	C-	1	1,4	1,4	1,4
	CONTRIBUTIVO				
	N-NO	6	8,3	8,3	9,7
	ASEGURADO				
	S-SUBSIDIADO	65	90,3	90,3	100,0
	Total	72	100,0	100,0	

La población diagnosticada con tuberculosis y que inició tratamiento pertenece al régimen subsidiado.

Tabla 7.

EPS

		Fi	% Fi	Valid % Fi	%Fi Ac.
Valid	ASMET	3	4,2	4,2	4,2
	SALUD				
	CAFESALU	1	1,4	1,4	5,6
	D				
	CAPRECOM	10	13,9	13,9	19,4
	COOSALUD	14	19,4	19,4	38,9
	EMSSANAR	37	51,4	51,4	90,3
	OTRA EPS	1	1,4	1,4	91,7
	SSMPAL	6	8,3	8,3	100,0
	Total	72	100,0	100,0	

Los pacientes atendidos pertenecen a las principales aseguradoras del régimen subsidiado: EMSSANAR, COOSALUD Y CAPRECOM.

Tabla 8.

Tipo de tuberculosis

		Fi	% Fi	Valid % Fi	%Fi Ac.
Valid	EXTRAPULMO	5	6,9	6,9	6,9
	NAR				
	MENINGEA	2	2,8	2,8	9,7
	PULMONAR	65	90,3	90,3	100,0
	Total	72	100,0	100,0	

Los casos identificados de tuberculosis son de tipo pulmonar.

Tabla 9.

Localización de tuberculosis

		Fi	% Fi	Valid % Fi	%Fi Ac.
Valid	GENITOURINA	1	1,4	1,4	1,4
	RIA				
	MENINGEA	2	2,8	2,8	4,2
	PLEURAL	4	5,6	5,6	9,7
	PULMON	65	90,3	90,3	100,0
	Total	72	100,0	100,0	

En concordancia con la tabla 10, la tuberculosis se localiza principalmente en el riñón.

Tabla 11.

Condiciones de ingreso

	Fi	% Fi	Valid % Fi	%Fi Ac.
Valid NUEVO	61	84,7	84,7	84,7
OTROS	1	1,4	1,4	86,1
PREVIAMENTE				
TRATADOS				
REINGRESO TRAS	1	1,4	1,4	87,5
FRACASO				
REINGRESO TRAS	1	1,4	1,4	88,9
PERDIDO EN EL				
SEGUIMIENTO				
REINGRESO TRAS	5	6,9	6,9	95,8
RECAIDA				
REMITIDO	3	4,2	4,2	100,0
Total	72	100,0	100,0	

Los casos de tuberculosis identificados corresponden a pacientes nuevos con la patología.

Tabla 12.

Asesoría VIH

	Fi	% Fi	Valid % Fi	%Fi Ac.
Valid	1	1,4	1,4	1,4
NO	6	8,3	8,3	9,7
SI	62	86,1	86,1	95,8
VIH +	3	4,2	4,2	100,0
PREVIO				
Total	72	100,0	100,0	

Al 86.1% de los pacientes se les brindó asesoría sobre VIH.

Tabla 13.

Primera prueba VIH

	Fi	% Fi	Valid % Fi	%Fi Ac.
Valid NEG	60	83,3	83,3	83,3
NO	7	9,7	9,7	93,1
REALIZADO				
POS	1	1,4	1,4	94,4
VIH +	4	5,6	5,6	100,0
PREVIO				
Total	72	100,0	100,0	

Un paciente fue identificado con VIH en la primera prueba.

Tabla 14.

Confirmatorio VIH

		Fi	% Fi	Valid % Fi	%Fi Ac.
Valid	NO	67	93,1	93,1	93,1
	REALIZADO				
	POS	2	2,8	2,8	95,8
	VIH +	3	4,2	4,2	100,0
	PREVIO				
	Total	72	100,0	100,0	

Dos pacientes (2.8%) fueron identificados con VIH en prueba confirmatoria.

Tabla 15.

Condición de egreso

	Fi	% Fi	Valid % Fi	%Fi Ac.
Valid	4	5,6	5,6	5,6
CURADO	35	48,6	48,6	54,2
EXCLUIDO DE LA	1	1,4	1,4	55,6
COHORTE POR RR				
FALLECIDO	6	8,3	8,3	63,9
PERDIDA EN EL	13	18,1	18,1	81,9
SEGUIMIENTO				
TRATAMIENTO	13	18,1	18,1	100,0
TERMINADO				
Total	72	100,0	100,0	

De los 72 pacientes identificados como sintomáticos, el 48.6% lograron cursarse, lo cual muestra que la enfermedad es completamente curable si el paciente completa su tratamiento como le indica el médico y la enfermera tratante.

Tabla 16.

Comorbilidad

	Fi	% Fi	Valid % Fi	%Fi Ac.
Valid	1	1,4	1,4	1,4
DIABETES	9	12,5	12,5	13,9
MALNUTRICION	13	18,1	18,1	31,9
NINGUNA	30	41,7	41,7	73,6
COOMORBILIDAD				
OTRAS	15	20,8	20,8	94,4
VIH/SIDA	4	5,6	5,6	100,0
Total	72	100,0	100,0	

Los pacientes con tuberculosis tienen otras enfermedades crónicas como diabetes, malnutrición, hipertensión o insuficiencia renal crónica terminal o contagiosas como VIH/SIDA.

9.2 Árboles de decisión.

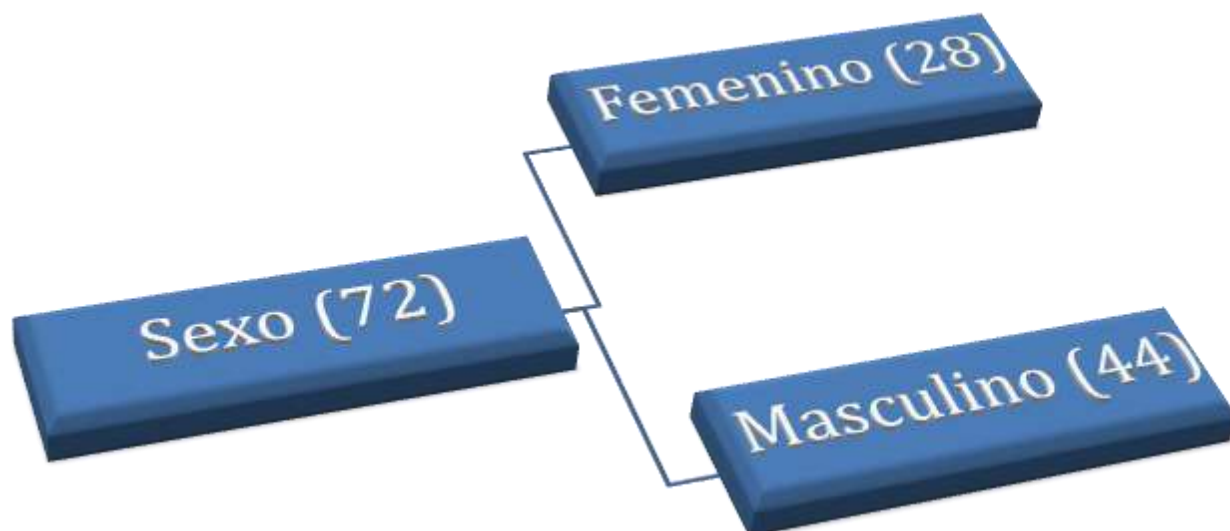


Figura 1. Distribución por sexo.

$$P(\text{mujer con tbc}) = \frac{72 * 28}{72 * 28 + 72 * 44} = \frac{2016}{2016 + 3168} = \frac{2016}{5184} = 0.388$$

$$P(\text{hombre con tbc}) = \frac{72 * 44}{72 * 44 + 72 * 28} = \frac{3168}{3168 + 2016} = \frac{3168}{5184} = 0.611$$



Figura 2. Distribución por grupo etario.

$$P(60 \text{ o } +) = \frac{72 \cdot 22}{72 \cdot 22 + 72 \cdot 6 + 72 \cdot 5 + 72 \cdot 6 + 72 \cdot 5 + 72 \cdot 3 + 72 \cdot 3 + 72 \cdot 8 + 72 \cdot 4 + 72 \cdot 6 + 72 \cdot 1 + 72 \cdot 1 + 72 \cdot 2}$$

$$P(+0 \text{ o } +) = \frac{1584}{1584 + 432 + 360 + 462 + 360 + 216 + 216 + 576 + 288 + 432 + 72 + 72 + 144} =$$

$$p(60 \text{ o } +) = \frac{1584}{5214} = 0.303$$



Figura 3. Distribución por etnia

$$P(Afro) = \frac{72 \cdot 24}{72 \cdot 24 + 72 \cdot 48} = \frac{1584}{1584 + 3456} = \frac{1584}{3456} = 0.44$$



Figura 4. Distribución por grupo poblacional.

$$P(\text{Ningún grupo poblacional}) = \frac{72 \cdot 54}{72 \cdot 54 + 72 \cdot 3 + 72 \cdot 4 + 72 \cdot 6 + 72 \cdot 3 + 72 \cdot 1} =$$

$$P(\text{Ningún grupo poblacional}) = \frac{3888}{3888 + 216 + 288 + 432 + 216 + 72} = \frac{3888}{5112} = 0.76$$



Figura 5. Distribución por Seguridad Social.

$$P(\text{Subsidiado}) = \frac{72 \cdot 65}{72 \cdot 65 + 72 \cdot 1 + 72 \cdot 6} = \frac{4680}{4680 + 72 + 432} = \frac{4680}{5184} = 0.902$$



Figura 6. Distribución por EPS.

$$P(EMSANAR) = \frac{72 * 37}{72 * 37 + 72 * 3 + 72 * 1 + 72 * 10 + 72 * 14 + 72 * 1 + 72 * 6} =$$

$$P(EMSANAR) = \frac{2664}{2664+216+72+720+1008+72+432} = \frac{2664}{5184} = 0.513$$

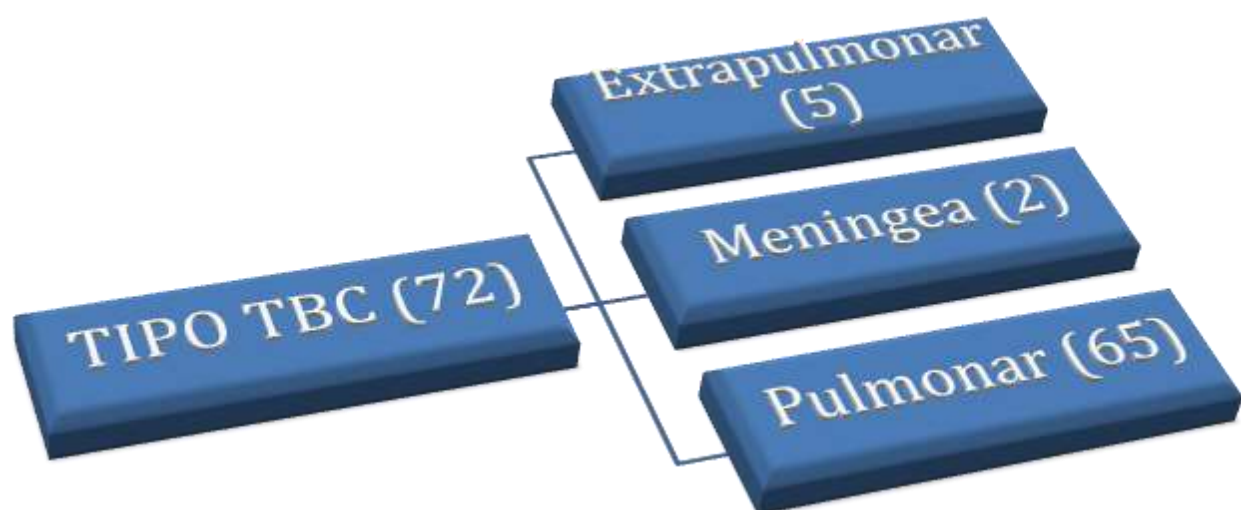


Figura 7. Distribución por tipo de tuberculosis.

$$P(\text{Pulmonar}) = \frac{72 * 65}{72 * 65 + 72 * 2 + 72 * 5} =$$

$$P(\text{Pulmonar}) = \frac{4680}{4680 + 144 + 360} = \frac{4680}{5184} = 0.902$$



Figura 8. Distribución por localización de la tuberculosis.

$$P(\text{Pulmón}) = \frac{72 * 65}{72 * 65 + 72 * 1 + 72 * 2 + 72 * 4} =$$

$$P(\text{pulmón}) = \frac{4680}{4680 + 72 + 144 + 288} =$$

$$P(\text{pulmón}) = \frac{4680}{5184} = 0.902$$



Figura 9. Distribución por condición de ingreso.

$$P(\text{Nuevo}) = \frac{72 * 61}{72 * 61 + 72 * 1 + 72 * 1 + 72 * 1 + 72 * 5 + 72 * 3} =$$

$$P(\text{Nuevo}) = \frac{4392}{4392 + 72 + 72 + 72 + 360 + 216} =$$

$$P(\text{Nuevo}) = \frac{4392}{5184} = 0.847$$



Figura 10. Distribución por asesoría VIH.

$$P(SI) = \frac{72 * 62}{72 * 62 + 72 * 1 + 72 * 6 + 72 * 3} =$$

$$P(SI) = \frac{4464}{4464 + 72 + 432 + 216} = \frac{4464}{5184} = 0.861$$



Figura 11. Distribución por primera prueba VIH.

$$P(Pos) = \frac{72 * 1}{72 * 1 + 72 * 60 + 72 * 7 + 72 * 4} =$$

$$P(Neg) = \frac{72}{72 + 4320 + 504 + 288} =$$

$$P(Neg) = \frac{72}{5184} = 0.013$$



Figura 12. Distribución por confirmatoria VIH.

$$P(Pos) = \frac{72 * 2}{72 * 2 + 72 * 67 + 72 * 3} =$$

$$P(Pos) = \frac{144}{144 + 4824 + 216} =$$

$$P(Pos) = \frac{144}{5184} = 0.027$$



Figura 13. Distribución por condición de egreso.

$$P(\text{Curado}) = \frac{72 * 35}{72 * 35 + 72 * 4 + 72 * 1 + 72 * 6 + 72 * 13 + 72 * 13} =$$

$$P(\text{Curado}) = \frac{2520}{2520 + 288 + 72 + 432 + 936 + 936} =$$

$$P(\text{Curado}) = \frac{2520}{5184} = 0.486$$



Figura 14. Distribución por comorbilidad.

$$P(Ninguna) = \frac{72 * 30}{72 * 30 + 72 * 1 + 72 * 9 + 72 * 13 + 72 * 15 + 72 * 4} =$$

$$P(Ninguno) = \frac{2160}{2160 + 72 + 648 + 936 + 1080 + 288} =$$

$$P(Ninguno) = \frac{2160}{5184} = 0.416$$

9.3 Árboles de decisión probabilidad condicional.

Tabla 17.

Sexo vs. Grupo etario.

Sexo/Grupo etario	0-29 años	30-59 años	60 o más años	Total
Femenino	12	8	8	28
Masculino	15	6	23	44
Total	27	14	31	72

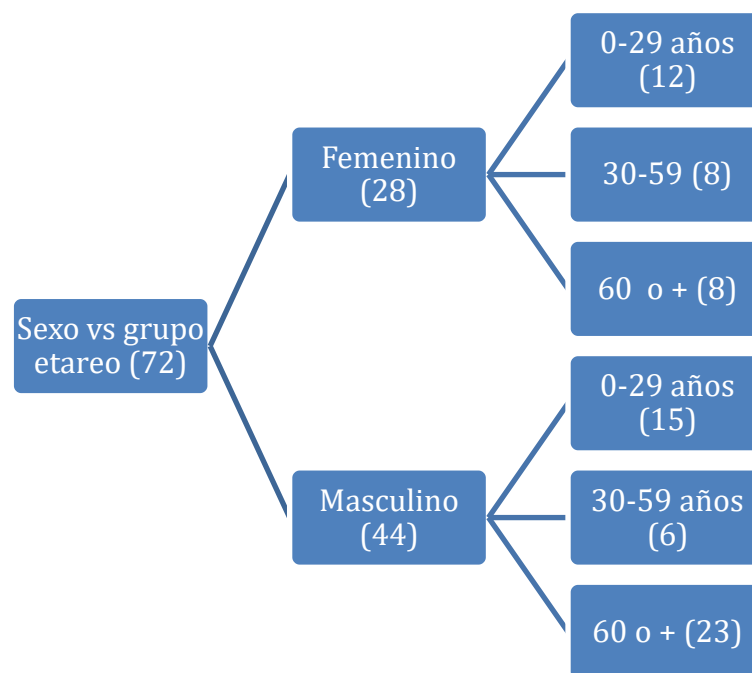


Figura 15. Distribución por Sexo vs. Grupo.

$$P(60 \text{ o mas dado que es hombre}) = \frac{44 * 23}{44 * 23 + 21 * 8} =$$

$$\frac{1012}{1012 + 168} = \frac{1012}{1180} = 0.857$$

Tabla 18.

Sexo vs. Tipo de TBC

Sexo/Tipo de TBC	Extrapulmonar	Meníngea	Pulmonar	Total
Femenino	5	0	23	28
Masculino	0	2	42	44
Total	5	2	65	72

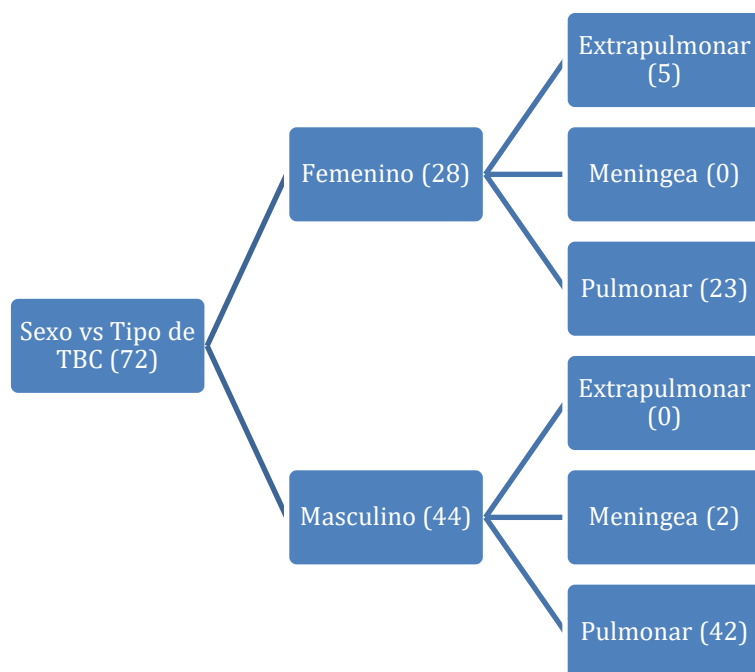


Figura 16. Distribución por Sexo vs. Tipo de TBC

$$P(TBC Pulmonar \text{ dado que es hombre}) = \frac{44 * 42}{44 * 42 + 28 * 23} =$$

$$P(TBC Pulmonar \text{ dado que es hombre}) = \frac{1848}{1848 + 644} = \frac{1848}{2492} = 0.741$$

Tabla 19.

Sexo vs. Localización TBC

Sexo/Localización	Genitourinario	Meníngea	Pleural	Pulmonar	Total
TBC					
Femenino	1	1	2	24	28
Masculino	0	1	2	41	44
Total	1	2	4	65	72

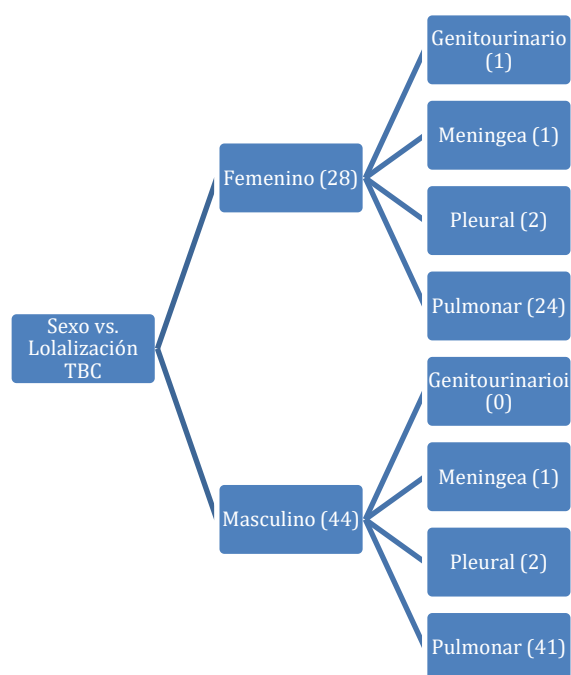


Figura 17. Distribución por Sexo vs. Localización TBC

$$P(\text{TBC Pulmonar dado que es mujer}) = \frac{28 \cdot 24}{28 \cdot 24 + 44 \cdot 41} = \frac{672}{672 + 1804} = \frac{672}{2476} = 0.271$$

Tabla 20.

Sexo vs. Condición de egreso

Sexo/Condición	Curado	Fallecido	Otro	Total
de egreso				
Femenino	20	2	6	28
Masculino	15	4	25	44
Total	35	6	31	72

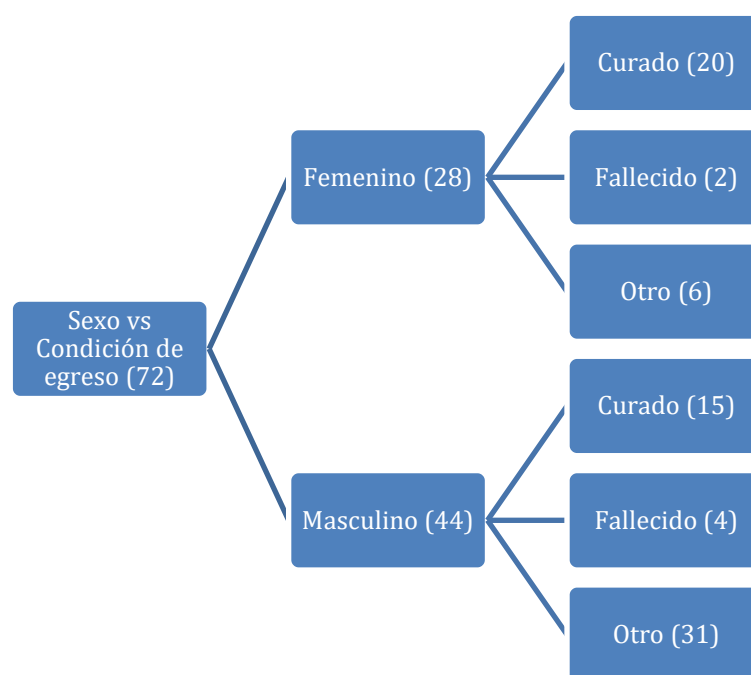


Figura 18. Distribución Sexo vs. Condición de egreso

$$\begin{aligned}
 P(\text{curado dado que es mujer}) &= \frac{28 * 20}{28 * 20 + 44 * 15} = \\
 &= \frac{560}{560 + 660} = \frac{560}{1220} = 0.459
 \end{aligned}$$

$$P(\text{curado dado que es hombre}) = \frac{44 * 15}{44 * 15 + 28 * 20} =$$

$$= \frac{660}{660 + 560} = \frac{660}{1220} = 0.54$$

10 Conclusiones

La tuberculosis es una enfermedad asociada con la pobreza, la vulnerabilidad y la exclusión, el estudio mostró que afecta con mayor prevalencia a los hombres, puesto que son los hombres, los que tienen mayor probabilidad de estar en condición de pobreza extrema, ser habitante de calle o en la drogadicción. La tuberculosis afecta principalmente al adulto mayor de 60 años, de todas las clases de etnias, entre los grupos poblacionales afecta a los farmacodependientes y población carcelaria. Puesto que se trata de población vulnerable, los pacientes reportados pertenecen al régimen subsidiado o no asegurados.

El tipo de tuberculosis más común es la pulmonar, los pacientes que llegan al programa son pacientes nuevos con la enfermedad, reciben asesoría sobre VIH, no obstante, la mayoría salen negativos.

Se observó que, si los pacientes son perseverantes en el tratamiento, lo cumplen a cabalidad, hay una probabilidad de curarse de casi el 50%, los pacientes con tuberculosis suelen ser pacientes con algún grado de desnutrición.

La aplicación del Teorema de Bayes, mostró que, la probabilidad de que una persona mayor de 60 años en situación de pobreza, dado que es hombre desarrolle la tuberculosis es de 0,857, y que desarrolle una tuberculosis pulmonar dado que es hombre es de 0,741. Si es mujer, la prevalencia de la tuberculosis pulmonar es de 0,271.

La probabilidad de que un paciente se cure dado que es mujer es de 0,459 mientras que la misma probabilidad dado que es hombre es de 0.54, es decir, a pesar de que hay más hombres

con la enfermedad, la probabilidad de curarse en ambos sexos es la mitad, siempre y cuando no se abandone el tratamiento.

Los resultados mostraron que la tuberculosis es una enfermedad absolutamente curable si se diagnostica a tiempo, se sigue y se cumple con el tratamiento. La probabilidad de ocurrencia debe bajar con actividades de detección temprana de la enfermedad, captación de sintomáticos respiratorios en grupos específicos poblacionales como hipertensos, diabéticos, tercera edad, ancianos, instituciones de rehabilitación de fármaco dependientes, es decir, con promoción y prevención de la enfermedad. El problema está en los pacientes que no inician el tratamiento o lo abandonan, no se curan y tienen un riesgo alto de mortalidad, aparte de la posible transmisión a otras personas. Las causas de abandono son sociales, suelen ser habitantes de calle, consumidores de drogas, prostitución y no cuentan con una red familiar de apoyo.

La estadística bayesiana muestra a la gerencia de la salud pública que tratar la tuberculosis solo con procedimientos médicos, no resuelve el problema de manera radical. La intervención debe de ser integral, por un lado, el tratamiento médico para los actuales pacientes y una fuerte intervención social, económica y política para resolver el problema de la pobreza, la vulnerabilidad y la exclusión social, mientras el problema de la pobreza no se resuelva, la tuberculosis seguirá atacando a la población más pobre, el problema radica en que la pobreza extrema no se puede resolver bajo un modelo económico, social y político basado en el capitalismo.

El manejo bayesiano de la información permite formular políticas públicas de salud para abordar proactivamente esta patología propia del primer nivel de salud y contribuir a una sociedad saludable.

El Teorema de Bayes contribuye a la acertada toma de decisiones gerenciales en salud porque muestra una prioridad probabilística en los datos de salud, en los cuales el sistema de enfocarse principalmente. Es un aporte importante a la salud pública al plantear probabilidades dado determinado evento.

En el caso específico de la tuberculosis el Teorema de Bayes contribuyó a elaborar un perfil epidemiológico de la tuberculosis en Cali que permite identificar la población más vulnerable, las prioridades en salud pública y mostrar que la patología es curable, si y solo si, el paciente se responsabiliza a cabalidad de llevar al pie de la letra, el tratamiento prescrito por el médico.

Los árboles de decisión que se construyeron en la sección de resultados muestran información relevante para la formulación de políticas públicas, con datos reales, y las prioridades en salud que establece la probabilidad condicional dado por el Teorema de Bayes.

11 Referencias

Bravo et al (2018). *Adaptación y validación del instrumento genérico CollaboRATE para medir la participación de mujeres en la toma de decisiones en salud durante el proceso reproductivo*. Revista Atención Primaria, volumen 50. Recuperado de:

<http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2171/eds/detail/detail?vid=14&sid=ed8be49d-2cc4-4e65-826e-84d638496c2e%40sdc-v-sessmgr03&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtYm91ZGQ%3d%3d#AN=S0212656716303754&db=edselp>

Calancha, N. *Breve aproximación a la técnica del Árbol de Decisiones*. Tomado de: <https://niefcz.files.wordpress.com/2011/07/breve-aproximacion-a-la-tecnica-de-arbol-de-decisiones.pdf>

Chávez, et al (2018). Inteligencia artificial en la toma de decisiones gerenciales. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*. Año VI. Recuperado de: <http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2171/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=3&sid=ed8be49d-2cc4-4e65-826e-84d638496c2e%40sdc-v-sessmgr03>

Conejero et al (2018). *Asociación entre la función en juego, toma de decisiones y rendimiento en voleibol*. Revista de Psicología del Deporte. Volumen 27. Recuperado de: <http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2171/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&sid=ed8be49d-2cc4-4e65-826e-84d638496c2e%40sdc-v-sessmgr03>

Diago, J. (1995). *El reto de las enfermedades vasculares del corazón y del cerebro*. Bogotá: Memorias de la situación de la salud en Colombia.

Fernández, R. (2009). El Teorema de Bayes y su utilización en la interpretación de las pruebas diagnósticas en el laboratorio clínico, volumen 28. Recuperado de:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0864-03002009000300013

García-Altés et al (2017). *Priorización de medidas para la consolidación de la toma de decisiones compartidas en las prestaciones del Sistema Nacional de Salud español*. Recuperado de: <http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2171/eds/detail/detail?vid=7&sid=ed8be49d-2cc4-4e65-826e-84d638496c2e%40sdc-v-sessmgr03&bdata=Jmxhbmc9ZXMMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=S0213911118301390&db=edselp>

García-Altés, A. y Argimón, J. (2016). *La transparencia en la toma de decisiones de salud pública* Revista Gaceta Sanitaria, volumen 30. Recuperado de:
<http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2139/eds/detail/detail?vid=2&sid=859104c9-57b1-4447-8371-9fb17f3b8c03%40sessionmgr120&bdata=Jmxhbmc9ZXMMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=S0213911116300954&db=edselp>

Garza, R. et al (2005). Toma de decisiones empresariales: un enfoque multicriterio, multiexperto. Revista Industrial, volumen 38. Recuperado de:
<http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2171/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&sid=63564824-f7ad-49b7-94d8-a9f5650a9504%40sdc-v-sessmgr04>

González, P. (2018). *Uso de la información de seguimiento y evaluación (SyE) de políticas públicas para la toma de decisiones: un enfoque desde la teoría de juegos*. Revista Gestión y Política Pública volumen 27. Recuperado de:
<http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2171/eds/detail/detail?vid=9&sid=ed8be49d-2cc4-4e65-826e-84d638496c2e%40sdc-v-sessmgr03&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=131440662&db=zbh>

González, A. et al (2017). *Concordancia y utilidad de un sistema de estratificación para la toma de decisiones clínicas*. Revista Atención Primaria, volumen 49. Recuperado de:
<http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2171/eds/detail/detail?vid=17&sid=ed8be49d-2cc4-4e65-826e-84d638496c2e%40sdc-v-sessmgr03&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=S0212656716302128&db=edselp>

Green, CF., et al (2003). An FMRI Investigation of Emocional Enggement in Moral Judgment: Science 293 2105-2108.

Instituto Nacional de Salud (2018). *Boletín Epidemiológico de Salud*. Bogotá: Ministerio de Salud.

Martínez-Selva, J.M., et al (2006). Mecanismos cerebrales de la toma de decisiones. *Revista Neurológica*. Volumen 42. Recuperado de:
https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=problemas+de+la+toma+de+decisiones+pdf&btnG

Ministerio de Salud (1997). *Primeras causas de mortalidad por enfermedades cardiovasculares, según regiones, Colombia*. Bogotá: Instituto Nacional de Salud.

Ministerio de la Protección Social (2007). *Guías de la promoción de la salud y prevención de enfermedades en la salud pública*. Bogotá: Programa de Apoyo a la Reforma de Salud.

Morales, M. y Segoviano, L. (2016). *Una perspectiva económico institucional de la toma de decisiones: solución de problemas en situación de incertidumbre*. Revista Investigación Económica, volumen 75. Recuperado de:

<http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2171/eds/detail/detail?vid=12&sid=ed8be49d-2cc4-4e65-826e-84d638496c2e%40sdc-v-sessmgr03&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=S018516671630042X&db=edselp>

Peñaloza, M. (2010). *Teoría de las decisiones*. Cochabamba: Revista Perspectivas, Universidad Católica Boliviana San Pablo, Bolivia.

Ortega, M. et al (2017). *Barreras y facilitadores para la implementación de la toma de decisiones compartidas en oncología: percepciones de los pacientes*. Revista de Calidad Asistencial, volumen 32. Recuperado de:

<http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2171/eds/detail/detail?vid=13&sid=ed8be49d-2cc4-4e65-826e-84d638496c2e%40sdc-v-sessmgr03&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=S1134282X17300052&db=edselp>

Palomino, M. y Peralta, A. (2018). *Análisis de registros de comportamientos previos para la toma de decisiones: Aplicación para la dirección de proyectos de software*. Revista Chilena de Ingeniería, volumen 26. Recuperado de:

<http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2171/eds/detail/detail?vid=10&sid=ed8be49d-2cc4-4e65-826e-84d638496c2e%40sdc-v->

[sessmgr03&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%A3d%3d#AN=128568425&db=z](http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2139/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&sid=0efbcb02-9637-4d63-9cb1-db8f06e89167%40pdc-v-sessmgr02)
[bh](#)

Rico, J. y Domínguez, O. (2010). Aspectos bioéticos en la toma de decisiones para la calidad de la atención en salud. *Acta Bioética volumen 16*. Recuperado de:

<http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2139/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&sid=0efbcb02-9637-4d63-9cb1-db8f06e89167%40pdc-v-sessmgr02>

Secretaría de Salud Pública Municipal (2017). *Boletín Epidemiológico de eventos de interés en Salud Pública*. Cali: Alcaldía Municipal.

Shrime, M. (2018). Health-System adapted data envelopment análisis for decisión-making in universal health coverage. *Bull World Health Organ*. Volumen 96. Recuperado de:

<http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2171/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=3&sid=734e6263-38fc-4861-9448-7b099fdaccd7%40sdc-v-sessmgr06>

Silva, L. et al (2003). Análisis espacial de la mortalidad en áreas geográficas pequeñas: el enfoque bayesiano. *Revista Cubana de Salud Pública*, volumen 29. Recuperado de:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-34662003000400004&script=sci_arttext&tlng=en

Silva, L. et al (2001). El enfoque bayesiano: otra forma de inferir. *Gaceta Sanitaria*, volumen 15. Recuperado de: http://lcsilva.sbhac.net/Articulos/14.El_enfoque_bayesiano-otra_manera_de_inferir.pdf

Silva, L. Benavides, A. (2003). Apuntes sobre subjetividad y estadística en la investigación en salud. *Revista Cubana de Salud Pública*, volumen 29. Recuperado de:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662003000200012

SIVIGILA (2017). Boletín por períodos epidemiológicos. Santiago de Cali: Secretaría de Salud Pública Municipal.

Tovar, J. (2015). Inferencia Bayesiana e Investigación en Salud: un caso de aplicación clínico. Revista Médica de Risaralda, volumen 21. Recuperado de:
<http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistamedica/article/view/9271>

Welles, WF. *Airborne contagion an air hygiene*. Cambridge: Harvard University Press.